

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-226723

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

(51)Int.Cl.

B22D 21/04

B22D 17/00

C22C 1/02

C22C 21/02

(21)Application number : 10-031548

(71)Applicant : NIPPON LIGHT METAL CO LTD
NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 13.02.1998

(72)Inventor : KATTO HARUYASU
IGARI TAKAAKI
KURAMASU YUKIO
SHIGA HIDETOSHI

(54) HYPEREUTECTIC AL-SI BASE ALLOY DIE CASTING MEMBER AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a hypereutectic Al-Si base alloy excellent in the wear resistance, in which the crystallization and the growth of primary phase Si is promoted in a die casting sleeve.

SOLUTION: Molten aluminum alloy containing 14-17 wt.% Si is poured into the die casting sleeve and successively, the molten aluminum alloy is held in the temp. range between the primary phase Si crystallizing temp. and the eutectic temp. for 2-5 sec., and after crystallizing and growing the Si primary crystal, the molten aluminum alloy is injected and formed to adjust the average grain diameter of the primary phase Si crystallized in the cast structure into the range of 7-15 μ m. Filling ratio of the molten aluminum alloy into the die casting sleeve is desirable to hold into the range of 20-40 vol.%. The aluminum alloy to be used can contain further 0.001-0.02 wt.% P.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-226723

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
B 2 2 D 21/04		B 2 2 D 21/04 A
17/00		17/00 Z
C 2 2 C 1/02	5 0 3	C 2 2 C 1/02 5 0 3 J
21/02		21/02

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平10-31548	(71) 出願人	000004743 日本軽金属株式会社 東京都品川区東品川二丁目2番20号
(22) 出願日	平成10年(1998) 2月13日	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
		(72) 発明者	甲藤 晴康 静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター 内
		(74) 代理人	弁理士 小倉 亘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過共晶A l - S i 系合金ダイカスト部材及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 初晶S i の晶出・成長をダイカストスリーブ内で促進させ、耐摩耗性に優れた過共晶A l - S i 合金ダイカスト部材を得る。

【構成】 14～17重量%のS i を含有するアルミニウム合金溶湯をダイカストスリーブに注湯し、次いでダイカストスリーブ内でアルミニウム合金溶湯を初晶S i 晶出温度と共晶温度との間の温度範囲で2～5秒保持して初晶S i を晶出・成長させた後、アルミニウム合金溶湯を射出成形し、鑄造組織に晶出した初晶S i の平均粒径を7～15 μ mの範囲に調整する。ダイカストスリーブに対するアルミニウム合金溶湯の充填率は、20～40体積%の範囲に維持することが好ましい。使用するアルミニウム合金は、更に0.001～0.02重量%のPを含むことができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 14～17 重量%の Si を含有するアルミニウム合金溶湯をダイカストスリーブに注湯し、次いでダイカストスリーブ内でアルミニウム合金溶湯を初晶 Si 晶出温度と共晶温度との間の温度範囲で 2～5 秒保持して初晶 Si を晶出・成長させた後、アルミニウム合金溶湯を射出成形することにより鑄造組織に晶出した初晶 Si の平均粒径を 7～15 μm の範囲に調整することを特徴とする過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材の製造方法。

【請求項 2】 充填率 20～40 体積%でアルミニウム合金溶湯をダイカストスリーブに注湯する請求項 1 記載の過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材の製造方法。

【請求項 3】 更に 0.001～0.02 重量%の P を含むアルミニウム合金溶湯を使用する請求項 1 又は 2 記載の過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1～3 の何れかに記載の方法で製造され、初晶 Si の平均粒径が 7～15 μm の範囲にある鑄造組織をもつ過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、耐摩耗性に優れた過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 過共晶 Al-Si 合金のダイカスト鑄造に際しては、溶湯保持温度及び射出温度を可能な限り高温にし、且つスリーブ内充填率も可能な限り高く設定することにより、スリーブ内で凝固が始まらないうちにダイカスト鑄造する方法が一般的である。この方法による時、溶湯の全量が金型キャビティ内で急速凝固するため、初晶 Si 粒も含めて極めて微細な鑄造組織となる。微細な組織は、加工性、機械強度等に対しては有効であるが、耐摩耗性を低下させる傾向を示す。過共晶 Al-Si 合金部材に高い耐摩耗性を付与するためには、適度な粒径をもつ初晶 Si を十分な密度で分散させることが要求される。そのため、たとえば高い耐摩耗性が必要とされるダイカスト部材では、18 重量% Si のように Si 含有量が非常に高い材料が使用されている。また、加工性や強度特性を確保する上から比較的低い Si 含有量の材料を使用する場合、初晶 Si を成長させるため、ダイカスト鑄造に比較して凝固速度の遅い金型鑄造や低圧鑄造が余儀なくされていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 過共晶 Al-Si 合金の融点は、Si 含有量に応じて高くなり、たとえば Si 含有量 18 重量%で 658℃となる。このように融点の高い過共晶 Al-Si 合金をダイカスト鑄造で使用する時必然的に溶湯温度が高くなり、エネルギー消費量が多

くなるばかりでなく、金型等の設備寿命が著しく低下し、メンテナンスに要するコストも嵩んでしまう。しかも、初晶 Si の粒径を所定範囲にコントロールすることが難しく、材料に含まれている Si 量の極く一部が耐摩耗性に有効な粒径になるに過ぎないため、材料が潜在的にも耐摩耗特性を十分に引き出されていない。他方、凝固速度の遅い金型鑄造や低圧鑄造では、初晶 Si 粒の成長及び粒径コントロールが容易であるため、Si 含有量が比較的低い材料に対しても良好な耐摩耗性が付与される。しかし、凝固速度の遅い金型鑄造や低圧鑄造は、ダイカスト鑄造に比較して生産性が低く、得られた製品のコストがその分だけ高くなる。本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、ダイカストスリーブ内で初晶 Si 粒が晶出・成長する条件に過共晶 Al-Si 合金溶湯を保持することにより、Si 含有量が比較的低い過共晶 Al-Si 合金であってもダイカスト鑄造法で耐摩耗性に有効なサイズの初晶 Si 粒を晶出させ、耐摩耗性に優れた過共晶 Al-Si 合金ダイカスト部材を得ることを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明の製造方法は、その目的を達成するため、14～17 重量%の Si を含有するアルミニウム合金溶湯をダイカストスリーブに注湯し、次いでダイカストスリーブ内でアルミニウム合金溶湯を初晶 Si 晶出温度と共晶温度との間の温度範囲で 2～5 秒保持して初晶 Si を晶出・成長させた後、アルミニウム合金溶湯を射出成形し、鑄造組織に晶出した初晶 Si の平均粒径を 7～15 μm の範囲に調整することを特徴とする。アルミニウム合金溶湯は、充填率 20～40 体積%でダイカストスリーブに注湯することが好ましい。使用するアルミニウム合金は、初晶 Si の晶出を促進させるため更に 0.001～0.02 重量%の P を含むことができる。

【0005】

【実施の形態】 本発明が対象とする過共晶 Al-Si 合金は、14～17 重量%の Si を含んでいる。14 重量%以上の Si 含有量は、初晶 Si として晶出する Si 量を確保するために必要である。Si 含有量が 14 重量%未満では、初晶 Si の晶出に必要な Si 量が不足し、耐摩耗性の改善に有効なサイズ及び分布密度で初晶 Si を晶出させることができない。逆に、17 重量%を超える過剰の Si が含まれると、加工性及び疲労強度が劣化するため、得られたダイカスト部材の実用性が低下する。この過共晶 Al-Si 合金に、0.001～0.02 重量%の P を更に含ませても良い。P は、初晶 Si が晶出するときのシードとなる異質核を合金溶湯中に生成し、初晶 Si の晶出を促進させる。このような効果は、0.001 重量%以上の P 含有で顕著になる。P 添加の効果は 0.02 重量%で飽和し、それ以上添加しても増量に見合った効果が得られない。

【0006】過共晶A1-Si合金溶湯は、図1に示すように手元炉からレードル1を経てダイカスト鑄造機のスリーブ2に注湯された後、プランジャ3によって金型4内に射出される。金型4の内部には、製品形状に対応したキャビティ5が設けられている。キャビティ5に充填された過共晶A1-Si合金溶湯が金型4の内面形状を倣って凝固することにより、目標形状をもつ製品となる。スリーブ2に注湯された過共晶A1-Si合金溶湯は、初晶Si晶出温度と共晶温度との間の温度範囲で2〜5秒保持される。初晶Si晶出温度は、図2に示すように溶湯のSi含有量に応じて基本的に定まる。他の合金成分によっても多少変動するが、この場合には合金成分によって定まる初晶Si晶出温度と合金成分によってほとんど変化しない共晶温度(約577℃)との関係を考慮しながら、初晶Si晶出温度と共晶温度との間に保持温度を設定する。

【0007】過共晶A1-Si合金溶湯を初晶Si晶出温度以下に維持するとき、スリーブ2内にある過共晶A1-Si合金溶湯に初晶Siが晶出し始める。この状態を2〜5秒継続させることによって、晶出した初晶Siが耐摩耗性の改善に有効な適正粒径に成長する。晶出した初晶Siの粒径や量は、スリーブ2内で保持される過共晶A1-Si合金溶湯の温度及び保持時間によって調整される。2秒に満たない保持時間では、平均粒径7μm以上の初晶Siが少なく、得られるダイカスト部材に十分な耐摩耗性を付与できない。逆に5秒を超える保持時間では、平均粒径が15μmを超え、粗大な初晶Si粒が多くなり、結果として摺動時に割れて耐摩耗性に悪影響を与え、或いは切削加工時等に切欠き発生等の欠陥を発生させ、またダイカスト部材の強度を低下させることになる。また、5秒を超える保持時間では、スリーブ2の入口近傍にある合金溶湯が共晶温度付近まで低下し、スリーブ2の内壁面にα-A1が凝固し易く、操業ができなくなる虞れがある。

【0008】Si含有量が14〜17重量%と比較的低い過共晶A1-Si合金であっても、図2に示すように比較的高い温度から初晶Siの晶出が始まるため、初晶Si晶出温度と共晶温度との間に過共晶A1-Si合金溶湯をスリーブ2内で保持するとき、初晶Siが十分に晶出・成長する。ただし、スリーブ2内で凝固が始まらないように、過共晶A1-Si合金溶湯を共晶温度以上*

*の温度に維持することが必要である。スリーブ2に対する過共晶A1-Si合金溶湯の充填率は、共晶凝固を起こすことなく初晶Siを晶出・成長させるために20〜40体積%の範囲で選定することが好ましい。

【0009】スリーブ2に充填された過共晶A1-Si合金溶湯6は、図3に示すようにスリーブ2の側壁を介した熱放散によって冷却され、スリーブ2の内面に近いほど大きな冷却効果を受ける。そのため、高い充填率で充填された合金溶湯6では中心部とスリーブ2の近傍との温度差が大きくなり、スリーブ2近傍では初晶Siが晶出・成長するが、中心部では初晶Siの晶出がない状態となる。このような合金溶湯6を金型4に射出して鑄造すると、得られたダイカスト部材は微細Si粒及び粗大Si粒が混在した鑄造組織をもち、耐摩耗性の改善に有効な粒径、分布密度のSi粒が得られない。

【0010】この点、スリーブ2に対する合金溶湯6の充填率を40体積%以下にすると、合金溶湯6内部の温度差が小さくなり、初晶Siの晶出・成長が合金溶湯6の全域に渡って均一化される。また、40体積%を超える充填率でスリーブ2に合金溶湯6を注湯する場合、注湯温度を下げてスリーブ2内にある合金溶湯6の全量を初晶Si晶出温度以下に冷却しようとすると、スリーブ2に接している部分の溶湯温度が共晶温度以下になり易く、初晶Si晶出温度〜共晶温度の温度域に合金溶湯6を維持することが困難になる。部分的にも共晶温度以下になった合金溶湯6を金型4に射出すると、健全なダイカスト部材が得られない。逆に20体積%に満たない充填率で合金溶湯6をスリーブ2に充填する場合、合金溶湯6が持つ熱量が不足し、スリーブ2に注湯された合金溶湯6がスリーブ2内で共晶凝固することなく初晶Siを合金溶湯6に晶出させることが困難になる。その結果、得られたダイカスト部材の強度が低下する。

【0011】

【実施例】本実施例で使用した過共晶A1-Si合金の組成を表1に示す。合金番号1は本発明で規定したSi含有量の下限近傍の量でSiを含む材料であり、合金番号3はダイカスト鑄造で初晶Siの晶出によって耐摩耗性の改善が図られる従来材の下限近傍に当る量のSiを含む材料である。

【0012】

表1：実施例で使用した過共晶A1-Si合金の組成

合金 番号	合金成分及び含有量(単位：重量%、残部はAl)							区 分
	Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Cr	P	
1	4.0	14.2	0.6	1.1	0.50	0.25	0.0050	本発明
2	4.0	16.4	0.6	1.1	0.50	0.25	0.0050	
3	4.0	17.8	0.6	1.1	0.50	0.05	0.0050	比較例

【0013】合金番号1～3の各溶湯を用意し、表2の
 鑄造条件でダイカスト部材を製造した。鑄造条件1及び
 2は、本発明で規定したスリーブ2に対する合金溶湯6
 の充填率の上限及び下限近傍に充填率を設定した例であ*

*る。鑄造条件3は、本発明で規定した充填率を超える充
 填率で合金溶湯6をスリーブ2に充填し、従来の鑄造条
 件に従って鑄造した例である。

【0014】

表2：採用したダイカスト鑄造条件

鑄造 条件	合金 番号	スリーブ 内の 溶湯温度	スリーブ への溶湯 充填率	保持時間	初晶Si 晶出温度	溶湯の 射出温度	区 分
1	1	700℃	20%	2秒	604℃	585℃	本発明
2	2	710℃	40%	3秒	635℃	628℃	
3	3	760℃	55%	0.5秒	655℃	650℃	比較例

保持時間は、初晶晶出温度から溶湯射出温度まで溶湯をスリーブ内で保持した時間で示す。

【0015】合金番号2の過共晶A1-Si合金溶湯を
 鑄造条件2に従って鑄造したときの溶湯温度の変化を図
 4に示す。なお、図1に示すように下部壁から10mm
 の高さでスリーブ2内の測定点T₁、T₂に配置された
 複数の温度計でスリーブ2に充填された合金溶湯6を温
 度測定することにより、スリーブ2中心部及び入口部の
 溶湯温度を求めた。溶湯温度の変化を示す図4から明ら
 かなように、スリーブ2に合金溶湯6を注湯した直後か
 ら溶湯中心部（測定点T₂）で初晶Siの晶出が開始さ
 れ、注湯後2秒経過した時点ではスリーブ2の入口付近
 （測定点T₁）でも初晶Siの晶出が開始され、スリー
 ブ2内にある合金溶湯6の全域に渡って初晶Siが晶出
 した。この場合、スリーブ2の中心部（測定点T₂）に
 おける溶湯温度が初晶Si晶出温度以下になった時点か
 ら射出時間までを保持時間とし、図4の例では合金溶湯
 6をスリーブ2内で3秒間保持した。鑄造条件1では、
 保持時間を2秒に設定し、晶出温度以下になった合金溶
 湯6を金型4に射出した。鑄造条件3では、実質的な保
 持時間を取ることなく、スリーブ2に注湯した合金溶湯
 6を直ちに金型4に射出した。このようにして鑄造され
 たダイカスト部材について、光学顕微鏡を備えた画像解
 析装置を用い初晶Siの平均粒径を測定した。

【0016】

表3：各鑄造条件で晶出した初晶Si平均粒径

鑄造条件	合金番号	初晶Si平均粒径(μm)	区分
1	1	8	本発明例
2	2	12	〃
3	3	6	比較例
3	1	4	〃
1	3	16	〃

【0017】表3から明らかなように、合金成分及び鑄

造条件が本発明で規定した条件を満足するものでは、何
 れも平均粒径が7～15μmの範囲にある初晶Siが晶
 出した鑄造組織になっていた。これに対し、スリーブ2
 に注湯した合金溶湯6を直ちに金型4に射出する鑄造条
 件3では、金型4内で合金溶湯6が急冷凝固されるた
 め、平均粒径4～6μmの微細な初晶Siが晶出した。
 また、Si含有量の多い合金番号3の過共晶A1-Si
 合金をスリーブ2内で初晶Si晶出温度と共晶温度との
 間に2秒間保持したところ、平均粒径が16μmと初晶
 Siが大きく成長した。

【0018】次いで、鑄造条件1、2で鑄造された各ダ
 イカスト部材をプレート状に加工し、リング・オン・プ
 レート式の摩擦摩耗試験に供した。摩擦摩耗試験では、
 相手材としてリング状のクロム鋼を用い、プレート状試
 験片を面圧18MPaで相手材に押し付けて滑り速度
 0.25m/秒、油温80℃の条件下で摩擦させ、1時
 間経過後にプレート状試験片の摩耗量を測定した。合金
 番号1の過共晶A1-Si合金を鑄造条件1で鑄造して
 得られたダイカスト部材の摩耗量を基準値1とし、他の
 ダイカスト部材の摩耗量の基準値に対する比を求めた。
 摩耗量比が少ないほど、耐摩耗性に優れた材料である
 といえる。表4の測定結果にみられるように、本発明に
 従った合金組成1、2及び鑄造条件1、2で得られたダイ
 カスト部材は、何れも良好な耐摩耗性を示した。これに
 対し、スリーブ2に注湯した合金溶湯6を直ちに金型4
 に射出させること（鑄造条件3）により得られたダイカ
 スト部材は、初晶Siの平均粒径が小さすぎるため本発
 明品に比較して摩耗量が著しく大きく、耐摩耗性の改善
 に有効な平均粒径に初晶Siの粒径が調整されていない
 ことが判る。また、合金番号3の過共晶A1-Si合金
 を鑄造条件1で鑄造したダイカスト部材は、初晶Siの
 平均粒径が大きいため、本発明例に比較して耐摩耗性が
 悪く、また切削加工に支障を来した。これは、粗大な初
 晶Siが割れて悪影響を及ぼしたものと考えられる。

【0019】

7
表4：各鑄造条件で晶出した初晶Si 摩耗量比

鑄造条件	合金番号	摩耗量比	区分
1	1	1	本発明例
2	2	0.7	"
3	3	3	比較例
3	1	7	"
1	3	1.4	"

【0020】本発明で規定した合金組成及び鑄造条件は、比較的低温になった過共晶Al-Si合金溶湯6を金型4に射出することから、金型4が受ける熱衝撃が少なくなり、金型の寿命を長くする上でも有効である。たとえば、合金番号1の過共晶Al-Si合金を鑄造条件1で鑄造した場合と、合金番号3の過共晶Al-Si合金を鑄造条件3で鑄造した場合の金型寿命を表5に比較する。なお、金型寿命は、金型4に割れが発生するまでの鑄造回数で評価した。表5から明らかなように、本発明に従った鑄造法では、従来に比較して金型寿命が1.5倍に改善されており、その分だけ製造コストが低減されることが判る。

【0021】

表5：ダイカスト金型の寿命

合金番号	鑄造条件	金型寿命比
1	1	1.5
3	3	1

【0022】以上の結果から、合金組成及び鑄造条件を本発明で特定した条件下で組み合わせることによって、*

*加工性や強度を損なうことなく、比較的Si含有量の低い過共晶Al-Si合金であっても、耐摩耗性に有効な粒径及び分布密度で初晶Siが晶出することが確認される。

【0023】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、ダイカストスリーブに注湯された過共晶Al-Si合金を初晶Si晶出温度～共晶温度の温度域に所定時間保持して初晶Siをスリーブ内で晶出・成長させた後、スリーブから金型に合金溶湯を射出している。そのため、得られたダイカスト部材は、Si含有量が14～17重量%と比較的低いにも拘らず、耐摩耗性の改善に好適な粒径及び分布密度で初晶Siが分散した鑄造組織をもつ。このダイカスト部材は、粗大な初晶Siが成長していないため加工性や強度も良好である。しかも、金型が受ける熱衝撃が緩和されることから、金型の繰返し使用回数も多くなり、その分だけ製造コストが節減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に従ったダイカスト鑄造の説明図

【図2】 初晶Siの晶出温度とSi含有量との関係を示したグラフ

【図3】 所定の充填率でダイカストスリーブに充填された合金溶湯

【図4】 本発明に従った鑄造条件で鑄造される過共晶Al-Si合金溶湯の温度変化を示すグラフ

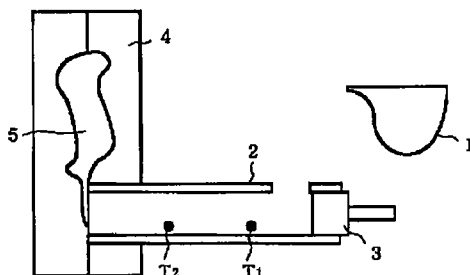
【符号の説明】

1：レードル 2：ダイカストスリーブ 3：プランジャ 4：金型

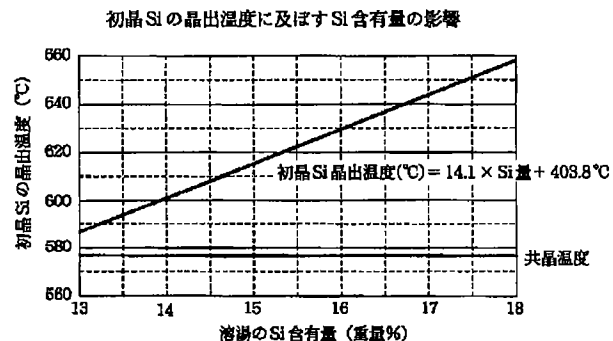
5：キャビティ 6：過共晶Al-Si合金溶湯

T₁、T₂：温度測定点

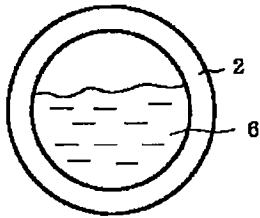
【図1】



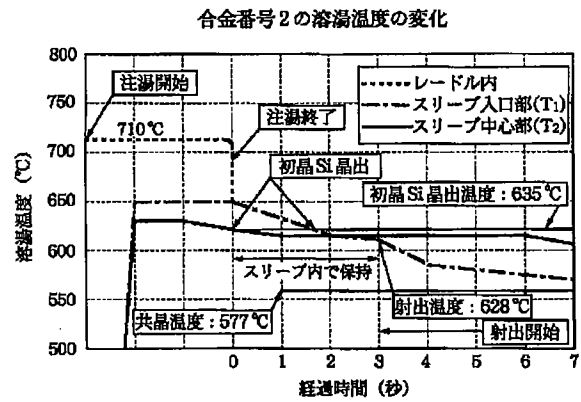
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 猪狩 隆彰
 静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1 丁目 34 番 1 号
 日本軽金属株式会社グループ技術センター
 内

(72)発明者 倉増 幸雄
 静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1 丁目 34 番 1 号
 日本軽金属株式会社グループ技術センター
 内
 (72)発明者 志賀 英俊
 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
 自動車株式会社内

Partial English translation of paragraph [0007] of JP11-226723

[0007] When maintaining a hypereutectic aluminum-Si molten metal at a temperature below the pro-eutectic Si crystallization temperature, proeutectic Si begins to crystallize in the hypereutectic aluminum-Si molten metal in the sleeve 2. By maintaining this state for 2 to 5 seconds, crystallized proeutectic Si grows up to be proper particle diameter effective to improve wear resistance. The particle diameter and quantity of crystallized proeutectic Si are adjusted with the temperature and retention time of a hypereutectic aluminum-Si molten metal which are held within the sleeve 2. If the retention time is less than 2 seconds, only a small amount of proeutectic Si with a mean particle diameter of not less than 7 micrometers is produced, which results in insufficient wear resistance of the die-cast member obtained.

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] Teeming of the aluminum alloy molten metal containing 14 to 17% of the weight of Si is carried out to a die casting sleeve by the filling factor 20 - 40 volume %. Subsequently, after holding an aluminum alloy molten metal for 2 to 5 seconds in a temperature requirement between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature and crystallizing and growing up primary phase Si within a die casting sleeve, A manufacturing method of a hypereutectic aluminum-Si-alloy die-casting member adjusting mean particle diameter of primary phase Si crystallized to cast structure by carrying out injection molding of the aluminum alloy molten metal to the range of 7-15 micrometers.

[Claim 2] A manufacturing method of the hypereutectic aluminum-Si-alloy die-casting member according to claim 1 which uses an aluminum alloy molten metal containing 0.001 to 0.02% of the weight of P.

[Claim 3] A hypereutectic aluminum-Si-alloy die-casting member with cast structure which is manufactured by a method according to claim 1 or 2, and is in a range whose mean particle diameter of primary phase Si is 7-15 micrometers.

[Translation done.]

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a hypereutectic aluminum-Si-alloy die-casting member excellent in abrasion resistance, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]By making molten metal retention temperature and ejection temperature into an elevated temperature as much as possible, and setting up the filling factor in a sleeve on the occasion of die casting of a hypereutectic aluminum-Si alloy, as highly as possible, before coagulation starts within a sleeve, the method of carrying out die casting is common. When based on this method, in order that the whole quantity of a molten metal may carry out rapid coagulation within a metallic mold cavity, it becomes very detailed cast structure also including a primary crystal Si grain. To processability, mechanical strength, etc., although the detailed organization is effective, it shows the tendency to reduce abrasion resistance. In order to give high abrasion resistance to a hypereutectic aluminum-Si alloy member, it is required that primary phase Si with moderate particle diameter should be distributed by sufficient density. Therefore, in the die-casting member for which high abrasion resistance is needed, for example, the material whose Si content is very high is used like Si 18% of the weight. When securing processability and a strength property and also using [from] the material of a comparatively low Si content, in order to grow up primary phase Si, as compared with die casting, late metal mold casting and low pressure casting of coagulation speed were obliged.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The melting point of a hypereutectic aluminum-Si alloy will become high according to a Si content, for example, will be 658 ** with 18 % of the weight of Si contents. Thus, when using a hypereutectic aluminum-Si alloy with the high melting point with die casting, molten metal temperature will become high inevitably, equipment lives, such as a metallic mold, will fall remarkably energy expenditure not only increases, but, and the cost which a maintenance takes will also increase. And since it only becomes particle diameter with it difficult [to control the particle diameter of primary phase Si to a prescribed range], and **** of the amount of Si contained in material effective in abrasion resistance part, the antiwear characteristic which material has potentially is not fully pulled out. On the other hand, in late metal mold casting and low pressure casting of coagulation speed, since growth and particle diameter control of a primary crystal Si grain are easy, good abrasion resistance is given also to the material whose Si content is comparatively low. However, late metal mold casting and low pressure casting of coagulation speed have low productivity as compared with die casting, and, only in the part, the cost of the obtained product becomes high. By thinking out this invention that such a problem should be solved and holding a hypereutectic aluminum-Si molten metal on the conditions on which a primary crystal Si grain crystallizes and grows within a die casting sleeve, Even if it is a hypereutectic aluminum-Si alloy whose Si content is comparatively low, the primary crystal Si grain of size effective in abrasion resistance is made to crystallize by a die-casting method, and it aims at obtaining the hypereutectic aluminum-Si-alloy die-casting member excellent in abrasion resistance.

[0004]

[Means for Solving the Problem]A manufacturing method of this invention carries out teeming of the aluminum alloy molten metal containing 14 to 17% of the weight of Si to a die casting sleeve by the filling factor 20 - 40 volume % in order to attain the purpose, Subsequently, after holding an aluminum alloy molten metal for 2 to 5 seconds in a temperature requirement between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature and crystallizing and growing up primary phase Si within a die casting sleeve, Mean particle diameter of primary phase Si crystallized to cast structure is adjusted to the range of 7-15 micrometers by carrying out injection molding of the aluminum alloy molten metal. Since an aluminum alloy to be used promotes crystallization of primary phase Si, it can contain further 0.001 to 0.02% of the weight of P.

[0005]

[Embodiment of the Invention]The target hypereutectic-in this invention aluminum-Si alloy contains 14 to 17% of

resistant size and distribution density effective in an improvement. On the contrary, since processability and fatigue strength will deteriorate if superfluous Si exceeding 17 % of the weight is contained, the practicality of the obtained die-casting member falls. 0.001 to 0.02% of the weight of P may be further included in this hypereutectic aluminum-Si alloy. P generates the heterogeneous core which serves as seed in case primary phase Si crystallizes in a molten metal, and promotes crystallization of primary phase Si. Such an effect becomes remarkable by 0.001% of the weight or more of P content. The effect of P addition is saturated with 0.02 % of the weight, and even if it adds more, the effect corresponding to increase in quantity is not acquired.

[0006]As shown in drawing 1, after teeming of the hypereutectic aluminum-Si molten metal is carried out to the sleeve 2 of a die-casting machine through the ladle 1 from a hand furnace, it is ejected in the metallic mold 4 by the plunger 3. The cavity 5 corresponding to a product configuration is formed in the inside of the metallic mold 4. When the hypereutectic aluminum-Si molten metal with which the cavity 5 was filled up imitates and solidifies the inner surface shape of the metallic mold 4, it becomes a product with objective shape. The hypereutectic aluminum-Si molten metal by which teeming was carried out to the sleeve 2 is held for 2 to 5 seconds in the temperature requirement between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature. Primary phase Si crystallization temperature becomes settled fundamentally according to the Si content of a molten metal, as shown in drawing 2. Although somewhat changed by other alloy contents, retention temperature is set up between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature, taking into consideration the relation between the primary phase Si crystallization temperature which becomes settled by an alloy content in this case, and the eutectic temperature (about 577 **) which hardly changes depending on an alloy content.

[0007]When maintaining a hypereutectic aluminum-Si molten metal below to primary phase Si crystallization temperature, primary phase Si begins to crystallize to the hypereutectic aluminum-Si molten metal in the sleeve 2. By making this state continue for 2 to 5 seconds, crystallized primary phase Si grows up to be proper particle diameter effective in a wear-resistant improvement. The particle diameter and quantity of crystallized primary phase Si are adjusted with the temperature and retention time of a hypereutectic aluminum-Si molten metal which are held within the sleeve 2. In the retention time which is less than 2 seconds, primary phase Si with a mean particle diameter of not less than 7 micrometers cannot give few and sufficient abrasion resistance for the die-casting member obtained. Conversely, mean particle diameter exceeds 15 micrometers and big and rough primary crystal Si grains increase in number, and it is divided as a result at the time of sliding, and has an adverse effect on abrasion resistance, defects, such as notch generating, are generated at the time of cutting, etc., and the intensity of a die-casting member is made to fall in the retention time exceeding 5 seconds. In the retention time exceeding 5 seconds, the molten metal near the entrance of the sleeve 2 falls to near eutectic temperature, it is easy to solidify alpha-aluminum to the internal surface of the sleeve 2, and there is a possibility that operation may become impossible.

[0008]Since crystallization of primary phase Si begins from a comparatively high temperature as shown in drawing 2 even if Si contents are 14 to 17 % of the weight, and a comparatively low hypereutectic aluminum-Si alloy, When holding a hypereutectic aluminum-Si molten metal within the sleeve 2 between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature, primary phase Si fully crystallizes and grows. However, it is required to maintain a hypereutectic aluminum-Si molten metal to the temperature more than eutectic temperature so that coagulation may not start within the sleeve 2. The filling factor of the hypereutectic aluminum-Si molten metal to the sleeve 2 needs to select in the range of 20 - 40 volume % in order to crystallize and grow up primary phase Si, without causing eutectic crystal coagulation.

[0009]As shown in drawing 3, it is cooled by the heat leakage through the side attachment wall of the sleeve 2, and the hypereutectic aluminum-Si molten metal 6 with which the sleeve 2 was filled up receives such a big chilling effect that it is close to the inner surface of the sleeve 2. Therefore, although a temperature gradient with the central part and near the sleeve 2 becomes large in the molten metal 6 filled up with the high filling factor and primary phase Si crystallizes and grows with about two sleeve, it will be in the state where there is no crystallization of primary phase Si, in the central part. If such a molten metal 6 is ejected and cast to the metallic mold 4, the obtained die-casting member will have the cast structure where the detailed Si grain and the big and rough Si grain were intermingled, and particle diameter effective in a wear-resistant improvement and Si grain of distribution density will not be acquired.

[0010]When making the filling factor of the molten metal 6 to this point and the sleeve 2 below into 40 volume %, the temperature gradient of molten metal 6 inside becomes small, and crystallization and growth of primary phase Si cross throughout the molten metal 6, and is equalized. If it is going to cool the whole quantity of the molten metal 6 which lowers pouring temperature and is in the sleeve 2 below to primary crystal crystallizing temperature when carrying out teeming of the molten metal 6 to the sleeve 2 by the filling factor exceeding 40 volume %, The molten metal temperature of the portion which is in contact with the sleeve 2 turns into below eutectic temperature easily, and it becomes difficult to maintain the molten metal 6 in the temperature region of primary

%, the quantity of heat which the molten metal 6 has runs short, and it becomes difficult to make the molten metal 6 crystallize primary phase Si, without the molten metal 6 by which teeming was carried out to the sleeve 2 carrying out eutectic crystal coagulation within the sleeve 2. As a result, the intensity of the obtained die-casting member falls.

[0011]

[Example]The presentation of the hypereutectic aluminum-Si alloy used by this example is shown in Table 1. The alloy number 1 is a material which contains Si in the quantity near the minimum of the Si content specified by this invention, and the alloy number 3 is the material containing Si of quantity which hits near [where a wear-resistant improvement is achieved by crystallization of primary phase Si with die casting] the minimum of a conventional material.

[0012]

表1：実施例で使用した過共晶Al-Si合金の組成

合金 番号	合金成分及び含有量(単位:重量%, 残部はAl)							区 分
	Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Cr	P	
1	4.0	14.2	0.6	1.1	0.50	0.25	0.0050	本発明
2	4.0	16.4	0.6	1.1	0.50	0.25	0.0050	
3	4.0	17.8	0.6	1.1	0.50	0.05	0.0050	比較例

[0013]Each molten metal of the alloy numbers 1-3 was prepared, and the die-casting member was manufactured by the casting condition of Table 2. The casting conditions 1 and 2 are the examples which set up the filling factor near the maximum of the filling factor of the molten metal 6 to the sleeve 2 specified by this invention, and the minimum. The casting condition 3 is the example which filled up the molten metal 6 into the sleeve 2 with the filling factor exceeding the filling factor specified by this invention, and was cast according to the conventional casting condition.

[0014]

表2：採用したダイカスト鑄造条件

鑄造 条件	合金 番号	スリーブ 内の 溶湯温度	スリーブ への溶湯 充填率	保持時間	初晶Si 品出温度	溶湯の 射出温度	区 分
1	1	700℃	20%	2秒	604℃	585℃	本発明
2	2	710℃	40%	3秒	635℃	628℃	
3	3	760℃	66%	0.5秒	655℃	650℃	比較例

保持時間は、初晶品出温度から溶湯射出温度まで溶湯をスリーブ内で保持した時間で示す。

[0015]Change of molten metal temperature when the hypereutectic aluminum-Si molten metal of the alloy number 2 is cast according to the casting condition 2 is shown in drawing 4. It asked for the molten metal temperature of the sleeve 2 central part and an inlet section by carrying out the temperature survey of the molten metal 6 filled-up into the sleeve 2 with two or more thermometers arranged in a height of 10 mm from the lower wall at point-of-measurement T₁ in the sleeve 2, and T₂ as shown in drawing 1. Crystallization of primary phase Si is started from from in the molten metal central part (point-of-measurement T₂) immediately after carrying out teeming of the molten metal 6 to the sleeve 2 so that clearly from drawing 4 in which change of molten metal temperature is shown, When after [teeming] 2 second passage was carried out, also near the entrance of the sleeve 2 (point-of-measurement T₁), crystallization of primary phase Si was started, it crossed throughout the molten metal 6 in the sleeve 2, and primary phase Si crystallized. In this case, from the time of the molten metal temperature in the central part (point-of-measurement T₂) of the sleeve 2 turning into below primary phase Si crystallization temperature to ejection time was made into retention time, and the molten metal 6 was held for 3 seconds within the sleeve 2 in the example of drawing 4. In the casting condition 1, retention time was set as 2 seconds and the molten metal 6 which became below crystallization temperature was ejected to the metallic mold 4. In the casting condition 3, the molten metal 6 which carried out teeming to the sleeve 2

[0016]

表3：各鑄造条件で晶出した初晶Si平均粒径

鑄造条件	合金番号	初晶Si平均粒径 (μm)	区分
1	1	8	本発明例
2	2	12	〃
3	3	6	比較例
3	1	4	〃
1	3	16	〃

[0017]In that with which an alloy content and a casting condition are satisfied of the conditions specified by this invention, it had become the cast structure from which primary phase Si in the range whose mean particle diameter is all 7-15 micrometers crystallized so that clearly from Table 3. On the other hand, in the casting condition 3 which ejects promptly the molten metal 6 which carried out teeming to the sleeve 2 to the metallic mold 4, since the rapid solidification of the molten metal 6 was carried out within the metallic mold 4, detailed primary phase Si which is the mean particle diameter of 4-6 micrometers crystallized. When the hypereutectic aluminum-Si alloy of the alloy number 3 with many Si contents was held for 2 seconds between primary phase Si crystallization temperature and eutectic temperature within the sleeve 2, in mean particle diameter, 16 micrometers and primary phase Si grew greatly.

[0018]Subsequently, plate shape was processed and the friction wear test of the ring one plate type was presented with each die-casting member cast in the casting conditions 1 and 2. In the friction wear test, pushed the plate shape specimen against the mating material by planar pressure 18MPa, it was made to rub under the sliding velocity of 0.25 m/second, and the conditions of 80 °C of oil temperatures, using chromium steel of ring shape as a mating material, and the abrasion loss of the plate shape specimen was measured after 1-hour progress. Abrasion loss of the die-casting member produced by casting the hypereutectic aluminum-Si alloy of the alloy number 1 in the casting condition 1 was made into the reference value 1, and the ratio to the reference value of the abrasion loss of other die-casting members was calculated. It can be said that it is a material excellent in abrasion resistance, so that there are few abrasion loss ratios. Each die-casting member obtained by the alloy composition 1 and 2 and the casting conditions 1 and 2 according to this invention showed good abrasion resistance so that the measurement result of Table 4 might see. On the other hand, the die-casting member obtained by making the metallic mold 4 eject promptly the molten metal 6 which carried out teeming to the sleeve 2 (casting condition 3), Since the mean particle diameter of primary phase Si is too small, as compared with this invention article, abrasion loss is remarkably large, and it turns out that the particle diameter of primary phase Si is not adjusted to mean particle diameter effective in a wear-resistant improvement. Since the die-casting member which cast the hypereutectic aluminum-Si alloy of the alloy number 3 in the casting condition 1 had the large mean particle diameter of primary phase Si, as compared with the example of this invention, abrasion resistance was bad and interfered with cutting. This is considered that big and rough primary phase Si broke, and it had the adverse effect.

[0019]

表4：各鑄造条件で晶出した初晶Si摩耗量比

鑄造条件	合金番号	摩耗量比	区分
1	1	1	本発明例
2	2	0.7	〃
3	3	3	比較例
3	1	7	〃
1	3	1.4	〃

[0020]Since they eject the hypereutectic aluminum-Si molten metal 6 which became low temperature comparatively to the metallic mold 4, also when the thermal shock of the [the alloy composition and the casting condition] which were specified by this invention which the metallic mold 4 receives decreases and they lengthen the life of a metallic mold, they are effective. For example, the mold life the case where the hypereutectic aluminum-Si alloy of the alloy number 1 is cast in the casting condition 1 and at the time of casting the

process according to this invention, as compared with the former, the mold life is improved 1.5 times, and it turns out that a manufacturing cost is reduced only the part so that clearly from Table 5.

[0021]

表5:ダイカスト金型の寿命

合金番号	鑄造条件	金型寿命比
1	1	1.5
3	3	1

[0022]Even if it is a hypereutectic aluminum-Si alloy with a comparatively low Si content, without spoiling processability and intensity by combining alloy composition and a casting condition from the above result under the conditions specified by this invention, it is checked that primary phase Si crystallizes by particle diameter and distribution density effective in abrasion resistance.

[0023]

[Effect of the Invention]As explained above, after carrying out predetermined time maintenance of the hypereutectic aluminum-Si alloy by which teeming was carried out to the die casting sleeve by the filling factor 20 - 40 volume % in this invention in the temperature region of primary phase Si crystallization temperature - eutectic temperature and crystallizing and growing up primary phase Si within a sleeve, The molten metal is ejected from the sleeve to the metallic mold. Therefore, although the obtained die-casting member has a Si content comparatively as low as 14 to 17 % of the weight, it has the cast structure which primary phase Si distributed by the wear-resistant suitable particle diameter and distribution density for an improvement. Since big and rough primary phase Si is not growing, processability and the intensity of this die-casting member are also good. And since the thermal shock which a metallic mold receives is eased, the repetition use count of a metallic mold also increases and a manufacturing cost is reduced only the part.

[Translation done.]

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The explanatory view of die casting according to this invention

[Drawing 2]The graph which showed the relation between the crystallization temperature of primary phase Si, and a Si content

[Drawing 3]The molten metal filled up with the predetermined filling factor into the die casting sleeve

[Drawing 4]The graph which shows the temperature change of the hypereutectic aluminum-Si molten metal cast in the casting condition according to this invention

[Description of Notations]

1: Ladle 2:die casting sleeve 3:plunger 4 : metallic mold

5: Cavity 6:hypereutectic aluminum-Si molten metal T_1 , T_2 : temperature survey point

[Translation done.]